

10 Conclusions

Nous avons étudié les pions chargés reconstruits dans les deux bras de trajectographie de l'expérience WA98. Nous avons construit la fonction de corrélation $\pi^- \pi^+$ et le rapport du nombre de π^- par rapport aux π^+ en fonction de la masse transverse. Ces deux mesures sont sensibles à l'interaction coulombienne. La corrélation entre les paires de π^- et π^+ est due à leur attraction coulombienne mutuelle qui est d'autant plus importante que ces particules sont émises à des distances spatio-temporelles faibles. Les impulsions des pions chargés sont modifiées par leur interaction coulombienne avec les protons issus des noyaux incidents arrêtés au niveau du centre de masse de la collision. L'impulsion des π^+ augmente alors que celle des π^- diminue. Le rapport π^- sur π^+ en fonction de la masse transverse permet de quantifier la distorsion des spectres en impulsion des pions chargés sous l'effet de l'interaction coulombienne. Elle est d'autant plus importante lorsque les pions sont émis à proximité des protons.

Nous avons montré que les désintégrations d'hypérons étranges sont responsables d'une grande partie de l'asymétrie mesurée entre le nombre de π^- et de π^+ produits à faible masse transverse. L'impact de l'interaction coulombienne sur le rapport est donc faible. Ce résultat est différent de celui publié par la collaboration NA44 qui a fait l'objet de nombreuses interprétations en terme d'interaction coulombienne.

Nous avons basé l'interprétation des mesures que nous avons réalisées sur l'étude des prédictions de deux modèles : NEXUS et RQMD. Nous avons cherché à mettre en évidence des différences entre ces modèles qui pourraient être expliquées par la présence de gouttelettes de quarks modélisées uniquement dans NEXUS. Ces objets permettent de décrire les zones de haute densité d'énergie et s'apparentent donc au plasma de quarks et de gluons. Ces deux modèles prédisent une différence de comportement notable du rapport π^- sur π^+ en fonction de la masse transverse. En effet, les gouttelettes introduisent un retard dans la production des pions. Ils sont alors créés en grande majorité, à une distance importante des protons en excès présents au niveau de la rapidité du centre de masse. En revanche, dans le modèle RQMD, un nombre significatif de pions est émis pendant les premiers fm/c de la collision. L'impact de l'interaction coulombienne sur le rapport π^- sur π^+ en fonction de la masse transverse est alors plus important dans RQMD que dans NEXUS.

La fonction de corrélation expérimentale est correctement reproduite par le modèle NEXUS. En revanche, dans le cas du modèle RQMD, il est nécessaire de réduire la taille de la source de pions de 75% pour obtenir un accord avec les données. La comparaison entre le rapport mesuré et ceux prédits par les modèles nous conduit à conclure que NEXUS est en accord avec les données alors que RQMD les surestime. L'effet de l'interaction coulombienne sur les spectres en masse transverse est trop important dans RQMD ce qui valide le scénario où très peu de pions sont émis à des temps inférieurs à 15 fm/c. Ce comportement est obtenu dans NEXUS grâce à l'introduction des gouttelettes de quarks. La dynamique de la collision est correctement traitée par NEXUS grâce à la

présence des gouttelettes de quarks alors qu'elle ne l'est pas dans le cas de RQMD qui est un modèle purement hadronique.

Les mesures que nous avons effectuées sont sensibles à la dynamique de l'évolution de la collision. Elles apportent de nouvelles contraintes aux modèles ce qui nous a permis de montrer que l'émission des pions est faible en début de collision. Il serait alors très intéressant de poursuivre cette étude en étudiant les protons et les kaons. En effet, les modèles prédisent le même type de comportement pour les kaons et les protons que pour les pions. L'émission des kaons et des protons est retardée dans NEXUS par rapport à RQMD. Par ailleurs, les spectres en impulsion des kaons et des protons sont peu affectés par les désintégrations de résonances ce qui permet d'extraire la contribution de l'interaction coulombienne sans introduire d'erreurs systématiques importantes. De plus, les valeurs plus probables des temps d'émission des pions, kaons et protons prédites par les modèles ne coïncident pas. La construction des fonctions de corrélation kaon-pion, proton-pion et kaon-proton pourrait permettre de vérifier si ces prédictions sont en accord avec les données.

L'expérience STAR est conçue pour mesurer sur un grand domaine en acceptance, les particules chargées et les photons produits dans les collisions par le RHIC. Les pions, kaons et protons peuvent être mesurés simultanément. Les fonctions de corrélation des différents couples de particules, identiques ou non, et les rapports des spectres en masse transverse des particules de signe opposé peuvent être construits. En particulier, les fonctions de corrélation pion-kaon, pion-proton, et kaon-proton peuvent aussi être étudiées. De plus, le point de provenance des particules peut être identifié ce qui permet de rejeter les particules issues de la désintégration d'hypérons étranges. L'expérience STAR offre donc la possibilité de compléter le travail que nous avons effectué sur les pions mesurés dans les spectromètres de l'expérience WA98.

Le Silicon Strip Detector formera la quatrième couche du détecteur de vertex de l'expérience STAR. Notre participation a consisté en l'étude des modules de détection du SSD. Les objectifs de cette étude étaient de vérifier les performances des modules de détection et de comprendre leur comportement afin de construire un programme de simulation. Le rapport signal sur bruit et la résolution en position que nous avons extraits sont tout à fait satisfaisant pour l'ensemble des prototypes que nous avons étudiés. De plus nous avons étudié le partage du signal entre les pistes des détecteurs. Nous avons montré que ce partage est dominé par deux contributions : la diffusion des porteurs de charge et le couplage capacitif. Nous avons alors développé une modélisation de ces phénomènes ce qui a permis de construire une simulation rapide de la réponse des modules de détection du SSD. Cette simulation permettra d'évaluer avec précision l'influence des effets de détection sur les observables physiques qui seront étudiées grâce au SSD.

Le collisionneur RHIC ouvre une nouvelle ère dans l'étude des collisions d'ions lourds ultra-relativistes qui repose cependant sur les bases acquises au SPS. Cette thèse, partagée entre l'étude des collisions produites au SPS et le développement de détecteurs pour RHIC, est le reflet de cette évolution. L'analyse des données collectées par STAR pendant l'été 2000 constitue alors la suite naturelle de ce travail.

Bibliographie

- [1] C. Kuhn, Plasma de quarks et gluons et matière étrange du SPS au LHC, École Joliot Curie de Physique Nucléaire 1998
- [2] G. Cooper et al., Stopping : from Peripheral to Central Nuclear Collisions at the SPS, Nucl. Phys. A661 (1999) 362–365
- [3] F. Karsch, Nucl. Phys. A590 (1995) 367c
- [4] J. Rafelski, J. Letessier, Diagnosis of QGP with Strange Hadrons, Acta Phys.Polon. B30 (1999) 3559–3583
- [5] P. Braun–Munzinger, Chemical Equilibration and the Hadron–QGP Phase Transition, To be in Nucl. Phys. A (nucl–ex/0007021)
- [6] B. Tomasik, U. A. Wiedemann, U. Heinz, Reconstructing the Freeze–out State in Pb+Pb Collisions at 158 AGeV/c, nucl–th/9907096
- [7] G.Q. Li, C.H. Lee, G.E. Brown, , Nucl. Phys. A625 (1997) 372
- [8] F. Becattini, Z. Phys C74 (1995) 485
- [9] H. van Hecke, H. Sorge, N. Xu, Evidence of early multi–strange hadron freeze–out in high energy nuclear collisions, Phys.Rev.Lett. 81 (1998) 5764–5767
- [10] C. Cicalò et al., Latest Results from the NA50 on J/ψ Suppression in Pb–Pb Collisions, Nucl. Phys. A661 (1999) 93–103
- [11] A. Sirbitsev, K. Tushima, K. Saito, A.W. Thomas, Novel features on J/ψ dissociation in matter, Phys. Lett. B484 (2000) 23–29
- [12] M.M. Aggarwal et al., Observation of Direct Photons in Central 158 A GeV Pb+Pb Collisions, Submitted to Phys. Rev. Lett. (nucl–ex/0006008)
- [13] Y. Schutz, Photon physics at URHIC, To be published in Czechoslovak Journal of Physics 50(2000) 9
- [14] F. Antinori et al., Production of strange and multistrange hadrons in nucleus–nucleus collisions at the SPS, Nucl. Phys. A661 (1999) 130–139
- [15] J. Letessier and J. Rafelski, Strange particle chemical freeze–out, Nucl. Phys. A661 (1999), 497c–501c
- [16] M. Shroedter, R.L. Thew, J. Rafelski , Bc meson production in nuclear collisions at RHIC, Phys. Rev C62 (2000) 024905
- [17] H.J. Drescher, M. Hladik, S. Ostapchenko, K. Werner , A Unified Treatment of High Energy Interactions , hep–ph/9903296
- [18] H.Sorge, Phys. Rev. C52 (1995) 3291
- [19] F.Sikler for the NA49 collaboration, Hadron production in nuclear collision from the NA49 experiment at 158 GeV/c.A, Nucl. Phys. A661 (1999) 45c–54c
- [20] M. Kaneta, Thermal and chemical freeze–out in heavy ion collisions, Thèse de l’université d’Hiroshima (Japon), 1999
- [21] M.M. Aggarwal et al., Centrality Dependence of Neutral Pion Production in 158 A GeV Pb+Pb Collisions, Phys. Rev. Lett. 81 (1998) 4087
- [22] M.M. Aggarwal et al., Freeze–Out Parameters in Central 158AGeV Pb+Pb Collisions, Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 926
- [23] D. Nouais, Analyse des corrélations de particules légères émises dans la réaction $129\text{Xe}+48\text{Ti}$ à 45 MeV par nucléon dans le cadre d’une approche quantique , Thèse de l’université de Nantes, 1996
- [24] L. Martin et al., Particle correlation in ultra–relativistic heavy ion experiments STAR at RHIC and ALICE at LHC,
- [25] G. Cooper, Baryon Stopping and Hadronic Spectra in Pb–Pb Collisions at 158 GeV/nucleon, Thèse de l’université de Californie à Berkeley (USA), 2000
- [26] C. Müntz , Coulomb effects in charged particle spectra from heavy ion collisions at

- AGS and SIS, Proceeding of the Meson'98 conference, Cracow, Poland (nucl-ex/9807001)
- [27] Y.Sinyukov et al., Coulomb corrections for interferometry analysis of expanding hadron systems, Phys. Lett. B342 (1998) 248–257
- [28] F. Gastineau, J. Aichelin, The emitting source – can it be determined by the HBT correlation function in ultrarelativistic heavy ions collisions ?, nucl-th/0007049
- [29] M.M. Aggarwal et al., Scaling of Particle and Transverse Energy Production in Pb+Pb Collisions at 158A GeV, Submitted to Eur.Phys.J.C.
- [30] M.M. Aggarwal et al., Search for Disoriented Chiral Condensates in 158 AGeV Pb+Pb collisions, Phys. Lett. B 420 (1998) 169–179
- [31] M.M. Aggarwal et al., Directed Flow in 158 AGeV Pb+Pb Collisions, Submitted to Phys. Rev. Lett.
- [32] J.M. Rubio et al., Nucl. Inst. and Meth. A367 (1995) 358
- [33] L. Carlen et al., A large acceptance spectrometer for tracking in a high multiplicity environment, based on space point measurement and high resolution time-of-flight, Nucl. Inst. and Meth. A431 (1999) 123–133
- [34] L. Carlen, Performances of multi-step avalanche chambers equipped with two-dimensional electronic readout, Nucl. Inst. and Meth. A412 (1998) 361–373
- [35] GEANT, Detector Description and Simulation Tool, CERN Program Library Long Writups Q123
- [36] M.M. Aggarwal et al., Central Pb+Pb Collisions at 158 A GeV Studied by Pion Pion Interferometry, Eur. Phys. J. C16 (2000) 445–451
- [37] L.S. Barnby, Measurement of L, LB, and K0s from Pb–Pb Collisions at 158 GeV per nucleon in a large acceptance experiment, Thèse de l'université de Birmingham (Royaume Unis), 1999
- [38] Jean Letessier, Ahmed Tounsi, Johann Rafelski, Low- m_t charged pion asymmetry enhancement from hadronization of QGP, Phys.Lett. B475 (2000) 213–219
- [39] H. Boggild et al., Coulomb effect in single particle distributions, Phys. Lett. B372 (1996) 339
- [40] T. Osada, S. Sano, M. Biyajima, G. Wilk, What information can we obtain from the yield ratio p^-/p^+ in heavy-ion collisions?, Phys. rev. C54 (1998) 2167
- [41] B.B. Back et al., Charged particle multiplicity near mid-rapidity in central Au+Au collisions at $\sqrt{s} = 56$ and 130 AGeV, Submitted to Phys. Lett. B
- [42] A.Boucham et al., Proposal for a Silicon Strip Detector for STAR, STAR Note 0400 (1998)
- [43] ALICE Collaboration, Technical Design Report of the Inner Tracking System, CERN/LHCC 99–12
- [44] H. Bichsel, Straggling in Thin Silicon Detectors, Rev. Mod. Phys., Vol 60, No 3, (1998)
- [45] S.R. Hou, Y.H. Chang, A.E. CHen, W.T. Lin, Study of Straggling and Multiple Scattering in Silicon Microstrip Detector, NIM A 386 (1997) 186–192
- [46] M. Huhtinen, Delta Ray Effects in Silicon Strips Detectors, University of Helsinki Internal report, HU–SEFT 1992–06
- [47] W. Dabrowski et al., Nucl. Inst. and Meth. A 356 (1995) 241–254
- [48] V. Radeka, Low Noise Techniques in Detectors, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci (1988) 38, 217–277
- [49] G. Cavalleri. E. Gatti, G Fabbri, V Svelto, Extension of Ramo's theorem as Applied to Induced Charge in Semiconductor Detectors, Nucl. Inst. and Meth. 92 (1971) 137–140
- [50] S. Giliberto, Étude des performances de Détecteurs au Silicium à Micropistes Destinés à Équiper la Partie Externe du Détecteur de Vertex de L'expérience ALICE au LHC (CERN), Thèse de l'université de Nantes, 1999
- [51] Code détaillé à cette adresse :

<http://rd42.web.cern.ch/RD42/rd42cern/tracker/DiamondTracking/DiamondTracking.html>

[52] S. Giliberto et al., Performances of Double Sided Silicon Strip Detector in the High Multiplicity Environment of the Alice Experiment, ALICE Note 99 INT 99–53

[53] R. Turchetta, Thèse de l'université Louis Pasteur, Strasbourg, CRN/HE 91–07

[54] E. Belau et al., Charge collection in silicon strip detectors, Nucl. Inst. and Meth. A 214 (1983) 253

[55] F. Retière et al., Performances of Double–Sided Silicon Strip Detectors for the ALICE Experiment at LHC, Note ALICE 99/36